

Article

« Du matériel didactique de sciences conçu pour des enseignants en milieu francophone minoritaire : mise à contribution du potentiel des étudiants maîtres »

Donatille Mujawamariya et Nicole Lirette-Pitre

Francophonies d'Amérique, n° 18, 2004, p. 37-50.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: http://id.erudit.org/iderudit/1005348ar

DOI: 10.7202/1005348ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. *Érudit* offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Document téléchargé le 16 novembre 2015 07:03

DU MATÉRIEL DIDACTIQUE DE SCIENCES CONÇU POUR DES ENSEIGNANTS EN MILIEU FRANCOPHONE MINORITAIRE : MISE À CONTRIBUTION DU POTENTIEL DES ÉTUDIANTS MAÎTRES

Donatille Mujawamariya, Université d'Ottawa
Nicole Lirette-Pitre, Université de Moncton

Au Canada, des études récentes ont montré que les élèves de milieux francophones minoritaires obtiennent de moins bons résultats en sciences que leurs homologues anglophones et que les élèves francophones en milieu majoritaire et qu'ils ont une attitude négative à l'égard des sciences (Bussière, Cartwright, Crocker, Ma, Oderkirk et Zhang, 2001 ; Conseil des ministres de l'Éducation, 1999, 1996). Les quelques chercheurs qui se sont penchés sur la question pour expliquer cette situation (Laplante, 2001a ; Pruneau et Langis, 2000 ; Rivard et Straw, 2000 ; Rivard, 1998) évoquent des facteurs telles la nature de l'apprentissage scientifique et la faiblesse des compétences langagières des élèves des milieux minoritaires. Toutefois, la question de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences n'est pas une problématique qui se limite au Canada, encore moins aux milieux francophones minoritaires. Pour faire face aux exigences tant scientifiques que technologiques de la société du XXIe siècle, beaucoup de chercheurs et de praticiens de l'enseignement des sciences, d'ici et d'ailleurs, s'accordent sur un nouveau mot d'ordre : « la science pour toutes et tous ». Parmi les lacunes dont souffrirait l'enseignement des sciences, figurent l'insuffisance de la formation des enseignants en sciences, laquelle entraîne l'insécurité des enseignants face à cette matière, l'insuffisance de matériel de manipulation, l'insuffisance de ressources financières et matérielles, le recours aux méthodes pédagogiques traditionnelles, etc. (voir Pruneau et Langis, 2000). Dans le contexte canadien, en plus de ces facteurs qui nous paraissent communs aux milieux majoritaires et minoritaires, les milieux francophones minoritaires souffrent d'une carence de matériel didactique en sciences et particulièrement d'un matériel didactique en langue française.

Nous explorons ici tout d'abord les raisons qui nous ont conduites à confectionner du matériel didactique pour des enseignants de chimie, en collaboration avec des étudiants en formation des maîtres. Nous examinons certains problèmes et conséquences de l'utilisation de matériel didactique scientifique en langue anglaise chez les futurs enseignants et leurs élèves des milieux minoritaires francophones. Ensuite, nous considérons l'importance du matériel didactique scientifique en langue française et conçu pour ces milieux. En guise d'illustration, nous décrivons le matériel que nous avons mis au point et analysons son utilisation en milieu scolaire francophone minoritaire ainsi que ses effets, à court et moyen termes, sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (chimie) dans une perspective socioconstructiviste.

Contexte francophone minoritaire et enseignement des sciences

Cette contribution tire son origine de l'expérience de l'une des auteures à titre de didacticienne des sciences depuis déjà huit ans. Au cours de ses premières années d'enseignement universitaire, elle était placée devant le dilemme de trouver un matériel d'enseignement en langue française pour ses étudiants, futurs enseignants de sciences au secondaire dans les écoles franco-ontariennes, dont la clientèle ne compte que pour 5 p. 100 de la population étudiante de la province (l'Ontario). Un des cours qui lui est confié « Problématique de l'enseignement des sciences », traite des éléments suivants : « Concepts de base (épistémologie, didactique, stratégies d'enseignement) et historique du développement de l'enseignement des sciences ; approches contemporaines à l'enseignement des sciences ; identification et analyse des principales problématiques ». À l'intérieur du cours, les activités d'enseignement et l'apprentissage consistent en une réflexion historique et critique sur l'enseignement des sciences. Les futurs enseignants cernent les multiples facettes de l'enseignement des sciences, analysent les raisons de cet enseignement et, finalement, se familiarisent avec les diverses manières d'enseigner les sciences. Dans ce processus, les étudiants s'appuient, d'une part, sur les discussions qui ont lieu pendant la leçon sur le contenu du cours et enrichies de leurs expériences personnelles antérieures à l'école et, d'autre part, sur l'analyse critique d'articles scientifiques qui traitent de l'enseignement des sciences. Chaque étudiant doit apporter un article qui ne date pas de plus de cinq ans[1]. À la fin de la session, chaque étudiant présente à ses condisciples (qui doivent commenter et évaluer) une synthèse réflexive dans laquelle il expose et discute sa pratique enseignante de demain. À leur grande surprise, année après année, les étudiants constatent la presque quasi-absence d'écrits scientifiques en français sur la problématique de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences qui tiennent compte du contexte local. Il est très rare en effet qu'un étudiant arrive avec un article en français – un par année, sur une moyenne de 12 étudiants inscrits à ce cours. Voici à titre d'exemples les quelques articles sur lesquels ces étudiants ont pu mettre la main, dans le cadre de ce cours : 1) « L'histoire des sciences : un outil pour l'enseignement des sciences », *Vie pédagogique,* 1993, n° 84, p. 45-48 ; 2) « Comment humainement enseigner les sciences ? », *Spectre,* avril-mai 1996, p. 10-17 ; 3) « La formation scientifique : une composante essentielle de l'éducation des jeunes », *Spectre,* 1997, p. 14-20 ; 4) « La résolution des problèmes comme recherche : une contribution au paradigme constructiviste de l'apprentissage des sciences », *ASTER,* 1994, n° 19, p. 87-99 ; 5) « La langue : outil pour construire son savoir en sciences », *Spectre,* 1998, vol. 28, n° 1, p. 32-36 ; 6) « Le constructivisme en didactique des sciences : dilemmes et défis », *Éducation et francophonie,* vol. 25, n° 1, 1997) ; 7) « Les classes villette : exploitation pédagogique de la Cité des sciences et de l'Industrie », *Éducation et pédagogies,* 1992, p. 62-68 ; 8) « Problématique de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences au secondaire : un état de la question », *Revue des sciences de l'éducation,* 1994, vol. 20, n° 4, p. 657-677. Comme on peut le constater, plus de la moitié de ces articles, cinq sur huit, proviennent des revues de vulgarisation telles que *Spectre, Vie pédagogique* et *Éducation et pédagogies.* Rares sont donc les articles récents qui portent sur des données empiriques. Ce problème ne se pose pas lorsqu'on se tourne vers des publications en langue anglaise. Au chapitre de la recherche effectuée en français, la problématique de l'enseignement des sciences fait donc piètre figure.

Sans devoir nous étendre longuement sur cette triste réalité, il n'est un secret pour personne que l'anglais est aujourd'hui la langue des sciences. Trouver du matériel

didactique de sciences en langue française, et du matériel de bonne qualité, semble un défi de taille pour les enseignants œuvrant en milieu minoritaire (Bussière *et al.*, 2001). La plupart du temps, lorsqu'il existe, ce matériel est une traduction de l'anglais au français, ce qui comporte une série de problèmes, entre autres le manque de fidélité au contenu et l'inexactitude de la terminologie surtout lorsqu'il s'agit de la nomenclature des formules chimiques. À ce sujet, les manuels de chimie 11e (traduit par Charbonneau, Lapalme et Riendeau, 2002) et 12e (traduit par Courteau et Fluet, 2003) utilisés dans les écoles francophones de l'Ontario sont tous deux des traductions de l'anglais au français. Nos étudiants ont fait face à cette triste réalité dans leur cours de didactique de la chimie, cours dans lequel ils sont invités à concevoir ou à adapter des protocoles expérimentaux et à préparer des scénarios de cours pour leurs futurs élèves en chimie. L'utilisation du matériel didactique traduit d'une langue à l'autre entraîne des conséquences néfastes chez l'élève. Celles-ci se manifestent par un sentiment de dévalorisation des contributions de sa communauté au patrimoine scientifique, la baisse de l'estime de soi, le manque d'intérêt et de confiance en sciences, des échecs ou des faibles résultats lors des évaluations et des compétitions de tout genre, l'impossibilité d'envisager de poursuivre des études poussées ou des carrières en sciences, les élèves n'ayant pas la formation de base nécessaire (Duran, Dugan et Weffer, 1998 ; Levasseur-Ouimet, 1994 ; Masny, 2001 ; Pruneau et Langis, 2000). Les conséquences chez l'enseignant pourraient se traduire par un certain désintérêt à l'égard de l'enseignement des sciences, un investissement en temps et en énergie exagéré pour l'adaptation du matériel, une réduction du temps investi dans la qualité des interventions avec les élèves, un enseignement de piètre qualité (Bureau de la minorité de langue officielle, 1999 ; Fradd et Okee, 1999 ; Fradd, Okee, Sutman et Saxton, 2001 ; Laplante, 2001b ; Spurlin,1995). Ce sont entre autres ces problèmes qui nous ont poussées à construire du matériel didactique en chimie, avec l'aide des futurs enseignants de chimie dans les écoles franco-ontariennes.

Mais pourquoi accordons-nous autant d'importance à du matériel didactique de sciences dans la langue d'usage des élèves ? Nous croyons, à l'instar d'autres chercheurs et enseignants de sciences, que la langue est un outil pour construire son savoir en sciences (Duran, Dugan et Weffer, 1998 ; Lemke, 1990 ; Rivard, 1998). La science étant elle-même une construction, elle véhicule en elle les valeurs du contexte social qui lui a donné naissance. Un matériel didactique conçu en langue française pour et par les milieux francophones concernés ne peut que tenir compte des réalités locales auxquelles les élèves pourraient facilement s'identifier. C'est dans leurs propres mots qu'ils peuvent accéder au langage scientifique (Laplante, 2001a ; Lemke, 1990 ; Pruneau et Langis, 2000). Et quoi de mieux que de mettre à contribution les futurs enseignants dans la confection d'un matériel didactique, dont les conceptions influent sur l'apprentissage chez leurs élèves (Beeth, 1998 ; Schoon et Boone, 1998). Dans ce sens, notre initiative s'apparente à une recherche-action selon Ley (1979), pour qui le projet de recherche-action veut élargir la conscience collective en vue de rendre possible le changement social. Ainsi que renchérit Auclair (1980), les activités de recherche-action améliorent la qualité de l'information et le jugement critique :

> Le terme de recherche-action est employé pour désigner une méthodologie susceptible de permettre aux individus de s'informer sur le milieu dans lequel ils vivent et sur eux-mêmes ; de diffuser la bonne information qui les amènera à penser correctement, de faire appel à leur sens [...] pour qu'ils découvrent des solutions originales à leurs problèmes quotidiens.

Dans le cas qui nous intéresse, ces activités de recherche font partie intégrante des activités de formation.

Construction d'un matériel didactique en chimie : mise à contribution du potentiel des étudiants maîtres

L'aventure commence en 2000. L'auteure qui l'a amorcée en était alors à sa cinquième année d'enseignement universitaire. Comme on peut le lire dans l'annuaire du programme de formation à l'enseignement (Université d'Ottawa, 2003), le cours « Didactique de la chimie au cycle supérieur » consiste, d'une part, en une analyse détaillée des programmes-cadres en sciences et plus particulièrement en chimie au cycle supérieur et, d'autre part, en la préparation d'unités au cycle supérieur (11e-12e/CPO[2], cours préuniversitaires de l'Ontario). À partir de cette description de cours, nous avons formulé les objectifs généraux en fonction d'activités pédagogiques qui permettraient à l'étudiant maître de s'imprégner des programmes de sciences – en particulier des programmes de chimie – en vigueur dans les écoles francophones de l'Ontario[3] ; de découvrir différentes ressources pédagogiques adaptées à un enseignement adéquat de la chimie au cycle supérieur ; de s'approprier les différentes approches contemporaines de l'enseignement des sciences (chimie) ; d'être sensibilisé à son rôle déterminant de futur enseignant de chimie ; enfin de développer sa réflexion critique à l'égard de l'enseignement de la chimie en milieu minoritaire francophone.

De façon spécifique, pour ce qui est des programmes-cadres, il est prévu une analyse des programmes de sciences et de chimie proposés par le Ministère (MEO) et des documents d'appui correspondants, la mise en œuvre [sur le plan théorique] ainsi que l'évaluation de ces programmes. Pour ce qui est des ressources pédagogiques, le cours consiste à déterminer les moyens pédagogiques dont peut disposer l'enseignant de chimie dans sa pratique, dans les écoles franco-ontariennes. De plus, le cours est conçu de façon à amener le futur enseignant à tenir compte du quotidien de ses futurs élèves. D'où la nécessité de l'intégration ou du rapprochement des courants modernes en enseignement des sciences au cours de chimie. Parmi ces courants figurent l'histoire des sciences, les représentations, les relations science-technologie-société-environnement/STSE, les sciences et les cultures, les femmes et les sciences ; nous en analysons d'ailleurs les incidences pédagogiques et la mise en œuvre en salle de classe de chimie. Bref, il s'agit des stratégies et des moyens à utiliser dans l'enseignement de la chimie conformément à ces théories modernes de l'apprentissage et en fonction des besoins diversifiés des élèves, compte tenu de leurs valeurs individuelles et culturelles. C'est ce qui justifie l'orientation pédagogique socioconstructiviste qui sous-tend ce cours. Le futur enseignant est appelé à tenir compte du bagage de l'élève francophone de l'Ontario, car si tous « les élèves apprennent et comprennent en donnant un sens qui leur est propre à une expérience, en rattachant une nouvelle expérience à leurs idées antérieures et en modifiant leurs idées par confrontation avec celles de leurs camarades » (Pruneau et Langis, 2000, p. 7), les élèves franco-ontariens constituent une clientèle unique, d'où l'importance de préparer les futurs enseignants en conséquence.

La perspective dans laquelle s'inscrit ce cours de didactique de la chimie s'éloigne considérablement de celle qui consiste à présenter aux candidats un ensemble de recettes, un « prêt-à-porter » scientifique en toute occasion. Elle laisse plutôt une grande place aux préoccupations pratiques liées directement aux besoins et aux intérêts de chacun des étudiants maîtres en fonction des élèves qui vivent en milieu mino-

ritaire francophone, en particulier en Ontario. Ainsi, l'intervention pédagogique est principalement axée sur la participation active (implication) de l'étudiant maître tandis que quelques exposés interactifs servent d'introduction aux différents concepts à l'étude ou de synthèse des discussions faites sur lesdits concepts. C'est dans cette même perspective que sont conçues les activités d'évaluation dont est issu le matériel didactique qui fait l'objet de présent article. Parmi ces activités, on trouve un travail sur une *étude d'expériences de chimie* et un autre sur la *préparation d'un cours.*

Le premier travail consiste à préparer une séance de laboratoire au complet, afin de mettre en évidence les habiletés que développe l'élève franco-ontarien, au cours de sa formation, lors des expériences effectuées en chimie. Cinq étapes sont suggérées : 1) prélaboratoire ; 2) directives aux élèves (mode opératoire et cahier de bord) ; 3) jeu questionnaire ; 4) feuille de route de l'enseignant ; 5) critères d'évaluation du laboratoire. Pour chacune de ces étapes, le futur enseignant doit veiller à ce que chaque élève ait l'occasion de prendre une part active à son apprentissage et réinvestisse ses connaissances de la vie quotidienne afin de s'approprier les connaissances dites scientifiques (Kennedy, 2004 ; Pruneau et Langis, 2000). Quant au deuxième travail, il est ainsi formulé : « Pour une unité d'enseignement (de ton choix) d'un des programmes-cadres de chimie cycle supérieur, planifier, préparer et présenter une leçon. Le travail pourrait être effectué selon les quatre étapes suivantes : 1) planification complète (objectifs, ressources, stratégies d'enseignement et d'apprentissage, évaluation des apprentissages de l'élève ; 2) préparation de la démonstration (s'il y a lieu) ; 3) matériel de montage (s'il y a lieu) ; 4) notes de cours à l'intention des élèves ». Encore une fois, le futur enseignant est appelé à donner une grande place à l'élève dans son apprentissage. C'est pourquoi nous insistons beaucoup sur la créativité au moment de l'évaluation de la leçon, lorsque l'étudiant maître rend compte de son travail au groupe-classe. Créativité signifie, d'une part, la nouveauté des formules pédagogiques, de préférence celles qui permettent à l'élève de prendre part à son apprentissage en confrontant ses idées à celles de ses camarades de classe et, d'autre part, l'originalité des exemples et des idées apportées faisant appel au quotidien de l'élève (Kennedy, 2004 ; Pruneau et Langis, 2000).

Ces deux travaux exigent non seulement une implication individuelle mais aussi une implication collective, dans la mesure où le produit de chaque étudiant maître est présenté oralement au groupe-classe qui a la responsabilité de le commenter, de suggérer des améliorations à y apporter et de l'évaluer selon une grille conçue et adaptée à chacun des travaux. À travers l'évaluation par les pairs, l'étudiant maître reçoit une rétroaction à la fois sur le contenu scientifique et sur sa capacité de communiquer ce contenu, en tenant compte des réalités de sa clientèle, c'est-à-dire les élèves de 11e et de 12e années. Bien qu'inspirées d'autres ressources existantes, les ressources pédagogiques conçues dans ce cours sont une contribution originale, car elles tiennent compte des besoins, des intérêts et des préoccupations d'une clientèle francophone minoritaire : celle de l'Ontario à laquelle elles sont justement destinées. Par cette implication collective, nous cherchons à mettre les étudiants maîtres dans une situation d'échange, de partage et de collaboration qui, comme le soulignent plusieurs auteurs (Beeth, 1998 ; Jobin, 2004 ; Kennedy, 2004 ; Pouliot, 2004 ; Pruneau et Langis, 2000 ; Rivard, 1998), favorise une meilleure compréhension des concepts scientifiques chez l'apprenant.

Barth (1993) soutient quant à lui que le processus d'enseignement-apprentissage doit être assujetti à cinq conditions : rendre le savoir accessible, exprimer le savoir dans une forme concrète, engager l'apprenant dans un processus d'élaboration de

sens, guider le processus de construction de sens, et préparer au transfert des connaissances et à la capacité d'abstraction. Ces conditions, qui privilégient la construction du savoir scientifique chez l'apprenant, ne peuvent pas être réunies si ce dernier n'a pas la possibilité d'explorer des connaissances qui ont une signification pour lui (Beeth, 1998 ; Kennedy, 2004). D'où la nécessité de disposer d'un matériel didactique adapté aux réalités des élèves (Barab et Luehmann, 2003), qui soit en particulier dans leur langue d'usage (Duran, Dugan et Weffer, 1998). Comme tous ces étudiants maîtres ont vécu l'expérience du cours « Problématique de l'enseignement des sciences » où plus de 90 p. 100 du matériel didactique pertinent est en anglais, leur préoccupation est de prendre une longueur d'avance afin de s'assurer d'offrir à leurs élèves de meilleures perspectives d'avenir dans leur langue d'usage, le français.

Conscients des défis qui les attendent une fois dans les écoles, les étudiants maîtres[4] ont discuté de la possibilité de mettre sur pied un système qui leur permettrait d'avoir accès au matériel de chacun des condisciples intéressés, matériel qu'ils avaient contribué à améliorer par leurs remarques et suggestions au moment de sa présentation au groupe-classe (Kennedy, 2004). De la version papier, nous sommes vite passés à une version électronique sur disquette et finalement à la création d'un cédérom. Toutefois, nous avons dû procéder au triage du matériel confectionné pour nous assurer de ne retenir que les activités qui présentent un défi pour les élèves et qui répondent dans une certaine mesure aux conditions énoncées par Barth (1993).

Description du matériel didactique : expériences de laboratoire et leçons théoriques

Le matériel didactique que nous proposons consiste en une série d'expériences de laboratoire et de leçons théoriques portant sur les différents cours de chimie offerts dans les écoles francophones de l'Ontario. Ces activités s'inscrivent dans une perspective socioconstructiviste, dans la mesure où elles ont été conçues en vue de permettre à l'enseignant de s'assurer que l'élève participe à son apprentissage en tenant compte des conceptions initiales de celui-ci, conceptions que l'élève confronte à celles de ses condisciples. Nous allons d'abord présenter les expériences de laboratoire suivies des leçons théoriques qu'on trouve sur ce cédérom. Nous traiterons ensuite de quelques aspects techniques du matériel élaboré.

Les expériences de laboratoire

Au tableau 1, nous présentons les différents cours de chimie et les titres des expériences de laboratoire que nous avons retenues parce qu'elles respectent l'approche socioconstructiviste de l'enseignement des sciences. Toutes les expériences de laboratoire sont accompagnées d'une description de l'expérience et d'une série de documents pour l'enseignant et pour l'élève. La description se trouve sur la première page et donne des indications sur la durée de l'expérience, les attentes et les objectifs de l'expérience, l'approche pédagogique proposée, les préalables et les ressources suggérées (livres, sites Web, etc.) pour approfondir la théorie. Nous trouvons aussi un aménagement du temps proposé qui vise à aider l'enseignant dans sa gestion du temps et des liens hypertextes permettant de consulter les divers documents d'accompagnement inclus dans le cédérom. Dans les documents d'accompagnement à l'usage de l'enseignant, il y a, entre autres, une liste du matériel, une description des activités d'enseignement, des notes de cours, des jeux questionnaires, des grilles d'observation des comportements des élèves au laboratoire[6] et les corrigés des exercices ou des jeux questionnaires. La série de documents d'accompagnement destinés à l'élève com-

prend les consignes de sécurité, le protocole expérimental, les activités préalables et postérieures à l'expérimentation, un exemple du tableau d'observation et du cahier de laboratoire.

Tableau 1

Cours de chimie offerts par les écoles francophones de l'Ontario et expériences de laboratoire élaborées pour chacun de ces cours

Cours de chimie	Expériences de laboratoire
11e générale (SCA3G)	– Les acides et les bases – La conductivité et la solubilité
11e avancée (SCH3A)	– La formule d'un hydrate – L'effet de la température sur la solubilité des solides
11e préuniversitaire (SCH3U)	– La courbe de solubilité du chlorure de potassium – L'élaboration des courbes de solubilité – Les réactions chimiques – Le titrage d'une pastille antiacide – La constante des gaz parfaits : trois expériences
12e précollégiale (SCH4C)	– La concentration d'acide acétique dans le vinaigre – Le pourcentage de rendement – Les piles électrochimiques
12e préuniversitaire (SCH4U)	– La production du Plexiglas – L'estérification – À la découverte du béton – La chaleur de réaction et la calorimétrie – Le principe de Le Châtelier – La galvanoplastie (ou placage)

Les leçons théoriques

Au tableau 2, nous indiquons les différents cours de chimie et les titres des leçons qui ont été préparées pour chacun des cours. Comme pour les expériences, chaque leçon est assortie d'une description et de documents d'accompagnement. La description est semblable à celle des expériences. Toutefois, les documents d'accompagnement diffèrent. La série de documents destinés à l'usage de l'enseignant comporte les descriptions des activités d'enseignement, les notes de cours, les jeux questionnaires, les grilles d'évaluation des activités des élèves et les corrigés des exercices et des devoirs, susceptibles d'être ajustés pour permettre à l'enseignant d'adapter le cours aux réalités de l'élève. Les documents de l'élève comprennent les notes de cours, les exercices, les activités d'apprentissage, etc.

Tableau 2

Cours de chimie offerts et leçons théoriques retenues pour chacun des cours

Cours de chimie	Leçons théoriques
11e générale (SCA3G)	– L'industrie et la société
11e avancée (SCH3A)	– Les lois des gaz – Les calculs chimiques (réactif limitant)
11e préuniversitaire (SCH3U)	– Le concept de la mole
12e précollégiale (SCH4C)	– La stœchiométrie et les équations chimiques – La mole – Les groupements fonctionnels – Le principe de la distillation – La notation de Lewis
12e préuniversitaire (SCH4U)	– La spectroscopie – Les groupements fonctionnels – Les polymères – Les changements d'énergie – Les piles galvanique et électrolytique

Aspects techniques

Afin de simplifier l'utilisation du matériel didactique pour les enseignants, nous avons choisi de programmer tout le matériel en HTML (hypertext markup language) ou sous forme de page Web. Cette façon de procéder réduit le nombre de logiciels dont on aurait besoin autrement afin d'utiliser ce matériel. Le seul logiciel nécessaire est un navigateur Internet – Microsoft Explorer, Netscape ou autre. Par conséquent, le matériel est compatible avec les microordinateurs PC (IBM) et Macintosh. De plus, nous avons évité de recourir à une programmation complexe nécessitant des plugiciels ; nous avons ainsi rendu notre matériel compatible avec les nouveaux aussi bien qu'avec les anciens microordinateurs, en tenant compte du fait que les écoles en milieu minoritaire ont souvent des budgets très restreints pour l'équipement informatique (Bureau de la minorité de langue officielle, 1999 ; IsaBelle, 2002 ; Laplante, 2001b). C'est dans cette optique que nous avons choisi de distribuer le matériel sous forme de cédérom au lieu de l'afficher sur Internet. La plupart des expériences de laboratoire et des leçons théoriques sont en lien avec des sites Web de langue française pertinents. Ces ressources peuvent enrichir l'enseignement de la chimie et servir d'aide à l'apprentissage. De plus, certains de ces sites Web offrent des animations simples pour expliquer des concepts difficiles à visualiser pour les élèves. Nous sommes conscientes, tout comme l'a souligné IsaBelle (2002), que ce ne sont pas tous les enseignants qui ont le temps d'explorer Internet afin d'y trouver des sites intéressants et pertinents pour les élèves. Nous espérons donc leur avoir facilité la tâche et souhaitons que ces liens leur soient utiles.

Effets du matériel didactique élaboré sur l'enseignement et sur l'apprentissage par les élèves en sciences, et exemples d'activités

Le matériel didactique construit peut être utilisé par les enseignants pour la préparation de cours. Les expériences de laboratoire et les leçons théoriques offrent des ressources nécessaires à la présentation et l'évaluation de la leçon ou de l'expérience. Plus particulièrement, ce matériel sert d'exemples d'activités de sciences en langue française qui permettent à l'élève de prendre part à son propre apprentissage. Cela est d'autant plus utile que les enseignants et futurs enseignants sont davantage préoccupés par le contenu à transmettre (Mujawamariya, 2004 ; Pruneau et Langis, 2000) alors que les élèves recherchent des activités qui leur permettent de problématiser les conditions de production du savoir afin de se bâtir un rapport distancié/critique au savoir scientifique (Pouliot, 2004). Or cela n'est possible que si l'élève est placé au centre de son apprentissage grâce à des activités qui favorisent la discussion et la résolution de problèmes, et ce, en collaboration avec ses condisciples, de préférence (Duran, Dugan et Weffer, 1998 ; Kennedy, 2004).

C'est ce que nous avons voulu faire avec nos étudiants maîtres en espérant qu'ils fassent de même avec leurs futurs élèves (Beeth, 1998 ; Schoon et Boone, 1998). Les travaux réalisés ont été apportés en classe pour discussion et suggestions, ce qui a ainsi permis à chaque étudiant maître de confronter son savoir non seulement au savoir scientifique, mais également à celui de ses condisciples (Duran, Dugan et Weffer, 1998 ; Kennedy, 2004 ; Mujawamariya et Guilbert, 2002 ; Pruneau et Langis, 2000). Les deux exemples qui suivent illustrent comment l'élève sera appelé à participer à son propre apprentissage lors de la mise en œuvre de ces activités. L'une des caractéristiques de ce matériel est qu'il a été conçu pour un enseignement de la chimie qui tienne compte du quotidien de l'élève, donc de ses conceptions initiales. Les deux exemples portent sur l'élaboration de courbes de solubilité, d'une part, et la découverte du béton, d'autre part. Chacune de ces expériences propose une mise en situation et des activités de préexpérimentation invitant l'élève à puiser dans ses connaissances personnelles (Beeth, 1998 ; Kennedy, 2004).

Exemple 1 : Mise en situation de l'expérience sur l'élaboration de courbes de solubilité

Tu viens d'accepter un poste comme scientifique au sein de l'équipe de développement des nouveaux produits alimentaires pour la compagnie President's Choice. Épaté par tes résultats scolaires en chimie, Dave Nichols te confie le dossier d'un nouveau produit qu'il considère très prometteur : le chocolat chaud instantané à la saveur de chocolat extra riche ! Ta première tâche consiste à élaborer le mode d'emploi qui apparaîtra sur l'étiquette. Tu dois donc déterminer la quantité maximale de poudre au chocolat qui peut être dissoute dans une tasse d'eau bouillante afin de maximiser la saveur.

1. À partir du problème mentionné dans la mise en situation, formule une hypothèse sur la relation de cause à effet.

Pour t'aider à formuler l'hypothèse, réponds aux questions suivantes :

a. Dans le contexte de cette expérience, quel est l'effet que nous cherchons à observer ?
b. Quelle est la cause que nous cherchons à vérifier en effectuant l'expérience ?

2. Compose une phrase mettant en relation la cause et l'effet signalés ci-dessus.

Les critères d'évaluation sont les suivants :

a. la présence de la variable indépendante ;
b. la présence de la variable dépendante ;
c. la présence de la variable contrôlée ;
d. la qualité du français.

Hypothèse :

3. Souligne d'un trait plein la variable dépendante, encadre la variable indépendante et souligne d'un trait brisé la variable contrôlée.

4. Fais une prévision de l'allure de la courbe de solubilité tel que cela a été indiqué dans l'introduction du protocole d'expérimentation.

Exemple 2 : Mise en situation de l'expérience sur la découverte du béton

Ton meilleur ami habite dans une vieille maison qu'il adore et pour rien au monde il ne voudrait déménager. Sa maison tombe en ruine, elle a besoin de travaux majeurs. Il doit commencer par les fondations et les escaliers de l'entrée qui sont pleins de fissures. Il faut faire des réparations au béton. Trois entrepreneurs lui proposent un devis. Ils ont l'air sérieux tous les trois, leurs tarifs sont raisonnables et très similaires. Ils lui ont remis chacun un échantillon du mortier (mini-béton) avec lequel ils vont faire leur réparation ainsi que sa composition. Ton ami a bien du mal à choisir. Le seul critère de choix qui lui semble pertinent est la qualité du béton. Sachant que tu as des connaissances en chimie et que tu as la passion des sciences, il te propose de faire une étude pour tester les trois échantillons de béton afin de choisir celui qui est le meilleur. Avec ravissement, tu te lances dans ce travail.

Avant l'expérience, les élèves participent d'abord à une discussion sur les questions suivantes :

1. Qu'est ce que le béton ?
2. Qu'est ce que le ciment ?
3. Qu'est ce qui fait qu'un béton est bon ou mauvais ?

Bien que chacune de ces activités soit formulée de façon à permettre à l'élève d'être au centre de l'activité, il serait préférable que l'enseignant permette aux élèves de travailler en collaboration, en équipe de trois ou quatre. Comme le spécifient Kennedy (2004) et Beeth (1998) et renchérissent Duran, Dugan et Weffer, « For instruction to be effective, teachers and students need a way to share meanings » (1998 : 339). Par ailleurs ces activités présentent un autre avantage pour l'élève dans la mesure où elles utilisent des technologies d'information et de la communication (TIC). En effet, les recherches ont déjà montré que lorsque les TIC sont utilisées comme appui à l'apprentissage dans une classe où l'enseignant privilégie des approches socioconstructivistes, elles ont un effet positif sur l'apprentissage (IsaBelle, 2002 ; Ungerleider et Burns, 2002 ; Watson, 2001 ; Weller, 1996). Pour tirer profit du matériel didactique mis au point pour l'enseignement et l'apprentissage de la chimie, nous suggérons que l'enseignant utilise les leçons théoriques et les expériences de laboratoire, mais qu'il mette également le cédérom à la disposition des élèves. Ceux-ci pourront participer pleinement à leur apprentissage en explorant le matériel à leur disposition, en se livrant aux exercices et aux jeux questionnaires et en s'autoévaluant.

Conclusion

Nous voulons rappeler que ce matériel a été conçu pour répondre, dans une certaine mesure, à une carence de matériel pour l'enseignement des sciences en langue française dans les milieux francophones minoritaires. Pour ce faire, les futurs enseignants inscrits à un cours de didactique de la chimie, du programme de formation initiale, secteur francophone, de l'Université d'Ottawa, ont pris part à un processus de recherche-action, sur une période de quatre ans (2000-2003), dans leurs travaux d'évaluation requis pour ce cours. Les activités (expériences de laboratoire et cours théoriques portant sur le programme d'études de chimie de 11e-12e/CPO) présentent sur le

cédérom ont été retenues en fonction de leur caractère socioconstructiviste. Enfin, nous avons présenté de façon succincte deux activités : la première sur l'élaboration de courbes de solubilité et la deuxième sur la découverte du béton.

Par ces deux exemples, nous avons voulu illustrer le fait qu'en partant de ce que les élèves sont capables de faire avec la langue, il est possible de prendre en compte les représentations qu'ils entretiennent au sujet du savoir scientifique (Laplante, 2001a), ce qui est le but ultime du matériel créé. Ainsi en « parlant sciences » dans leurs propres mots, ils « apprendraient en sciences » (Lemke, 1990) et comme l'a souligné Gambell (1987), c'est par l'intermédiaire du langage que nous développons la plupart de nos apprentissages de nature conceptuelle. En ce sens, nous avons construit cet outil en vue de contribuer à la résolution d'un problème crucial : celui de l'absence de matériel d'enseignement de sciences qui tient compte de la culture des enseignants et des élèves ; un apport si minime soit-il à une programmation de qualité en français qui, comme l'atteste Masny, « crée le contexte pour que les élèves puissent avoir un rendement scolaire supérieur et se construire une identité forte dans le cadre de leur vécu quotidien et d'une éducation ouverte sur le monde » (2001, p. 24). Nous espérons, au moyen de cet outil, alléger la tâche de l'enseignant et stimuler l'enthousiasme de certains enseignants à enseigner la chimie ainsi que donner le goût aux élèves de suivre des cours de sciences, en particulier des cours de chimie.

NOTES

---

1. Nous sommes de ceux et celles qui croient que la recherche alimente l'enseignement et vice versa. D'où l'importance de tenir compte de l'évolution récente de la recherche sur l'enseignement des sciences dans notre pratique enseignante.
2. Le CPO, qui correspondait à une treizième année, a été aboli. La dernière promotion a fini en 2003.
3. Il existe un équivalent de ce cours destiné aux futurs enseignants de sciences des écoles anglophones de l'Ontario.
4. Nous voulons remercier chacun et chacune des étudiants maîtres qui ont volontairement accepté de s'adonner à cet exercice. Nous leur devons ce matériel et cette publication.
5. Pour la plupart de ces activités, le titre ne semble pas nécessairement révélateur, car il correspond tout simplement à l'unité du programme cadre. C'est plutôt dans le contenu qu'il faut chercher sa pertinence et son lien avec l'approche socioconstructiviste.
6. Cet aspect a semblé le plus difficile pour les étudiants, car, selon leur propre expérience d'élève, le rapport de laboratoire est la seule formule permettant d'évaluer le laboratoire. Alors que le rapport de laboratoire est centré sur des aspects quantitatifs, les grilles d'observation des comportements mettent davantage l'accent sur les aspects qualitatifs, qui sont de l'ordre du processus plus que de l'ordre du produit. (Thouin, 1997).

BIBLIOGRAPHIE

AUCLAIR, René, « La recherche-action remise en question », *Service social*, vol. 29, nos 1-2, 1980, p. 182-190.
BARAB, Sasha Alexander, et April Lynn LUEHMANN, « Building Sustainable Science Curriculum: Acknowledging and Accommodating Local Adaptation », *Science Education*, vol. 87, no 4, 2003, p. 454-467.
BARTH, Britt-Mari, *Le savoir en construction : former à une pédagogie de la compréhension*, Paris, Retz, 1993.
BEETH, E. Michael, « Teaching Science in Fifth Grade: Instructional Goals that Support Conceptual Change », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 35, no 10, 1998, p. 1091-1101.
BUREAU DE LA MINORITÉ DE LANGUE OFFICIELLE, *Pour une égalité des résultats : une réparation des manquements du passé et une équivalence des services éducationnels*, Régina, Bureau de la minorité de langue officielle, 1999.
BUSSIÈRE, Patrick, Fernando CARTWRIGHT, Robert CROCKER, Xin MA, Jillian ODERKIRK et Yanhong ZHANG, *À la hauteur : la performance des jeunes du Canada en lecture, en mathématiques et en sciences : étude PISA de l'OCDE : premiers résultats pour les Canadiens de 15 ans*, Ottawa, Développement des ressources humaines Canada, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) et Statistique Canada, 2001.
CHARBONNEAU, Jeanne, René LAPALME et Jean-Luc RIENDEAU, Traduction de *Chemistry 11* de Mustoe Franck *et al.*, Montréal, Chenelière/McGraw-Hill, 2002.
CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (Canada), *Évaluation en sciences : Programme d'indicateurs du rendement scolaire*, Toronto, le Conseil, 1996.
CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (Canada), *Évaluation en sciences : Programme d'indicateurs du rendement scolaire*, Toronto, le Conseil, 1999.
COURTEAU, Louis, et Alain FLUET, Traduction de *Chemistry 12* de Mustoe Franck et coll. Montréal, Chenelière/McGraw-Hill, 2003.
DURAN, J. Bernardine, Therese DUGAN et Rafaela WEFFER, « Language Minority Students in High School: The Role of Language in Learning Biology Concepts », *Science Education*, vol. 82, 1998, p. 311-341.
FRADD, Sandra H., Lee OKEE, Francis X. SUTMAN et Kim SAXTON, « Promoting Science Literacy with English Language Learners through Instructional Materials Development: A Case Study », *Bilingual Research Journal*, vol. 25, no 4, 2001, [En ligne], [http://brj.asu.edu/content/vol25_no4/html/art5.htm] (21 mai 2004).
FRADD, Sandra H., et Lee OKEE, « Teachers' Roles in Promoting Science Inquiry with Students from Diverse Language Backgrounds », *Educational Researcher*, vol. 28, no 6, 1999, p. 14-20.
GAMBELL, Trevor, *Communication across the Curriculum*, Regina, Saskatchewan Education, 1987.
ISABELLE, Claire, *Regard critique et pédagogique sur les technologies de l'information et de la communication*, Montréal, Chenelière/McGraw-Hill, 2002.
JOBIN, Bernard, « Controverse sociotechnique et bien commun : les points de vue », communication présentée au 72e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Montréal, mai 2004.
KENNEDY, M. E. Margaret, « Meaning-Making in the Elementary Science Classroom through Collaboration », *Rapport intérimaire*, Université d'Ottawa, Faculté d'éducation, 2004.
LAPLANTE, Bernard, « Apprendre en sciences, c'est apprendre à parler sciences : des élèves de sixième année apprennent à parler des réactions chimiques », dans Diana Masny (dir.), *La culture de l'écrit : les défis à l'école et au foyer*, Outremont, Éditions Logiques, 2001a, p. 105-141.
LAPLANTE, Bernard, « Enseigner en milieu minoritaire : histoires d'enseignantes œuvrant dans les écoles fransaskoises », *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 27, no 1, 2001b, p. 127-150.
LEMKE, Jay L., *Talking Science: Language, Learning, and Values*, Norwood, Oxford University Press, 1990.
LEVASSEUR-OUIMET, France, *Les besoins éducatifs particuliers des élèves francophones vivant en milieu minoritaire*, Edmonton, Faculté Saint-Jean, Université d'Alberta, 1994.
LEY, Katharina, *Le statut scientifique de la recherche-action. Premiers propos pour un débat*, Neuchâtel, Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP), 1979.
MASNY, Diana, « Pour une pédagogie axée sur les littératies », dans Diana Masny (dir.), *La culture de l'écrit : les défis à l'école et au foyer*, Outremont, Les Éditions Logiques, 2001, p. 15-25.
MUJAWAMARIYA, Donatille, « Problématique de l'enseignement des sciences : les attentes de futurs enseignants du secondaire », communication présentée au 72e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Montréal, mai 2004.
MUJAWAMARIYA, Donatille, et Louise GUILBERT, « L'enseignement des sciences dans une perspective constructiviste : vers l'établissement du rééquilibre des inégalités entre les sexes en sciences », *Recherche féministe*, vol. 15, no 1, 2002, p. 25-45.
POULIOT, Chantal, « Le rapport au savoir, un indicateur des positions d'étudiantes à propos de controverses sociotechniques et de ceux qui en sont réputés par les expertes et les experts », communication présentée au 72e Congrès de l' ACFAS, Université du Québec à Montréal, mai 2004.

PRUNEAU, Diane, et Joanne LANGIS, « L'enseignement et l'apprentissage des sciences en milieu minoritaire : défis et possibilités », communication présentée au Colloque pancanadien sur la recherche en éducation en milieu francophone minoritaire : bilan et prospectives, Université de Moncton, novembre 2000.

RIVARD, Léonard P., « La langue : outil pour construire son savoir en sciences », *Spectre,* vol. 28, nº 1, 1998, p. 32-36.

RIVARD, Léonard P., et Stanley B. STRAW, « The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study », *Science Education*, vol. 84, nº 5, 2000, p. 566-593.

SCHOON, J. Kenneth, et J. William BOONE, « Self-Efficacy and Alternative Conceptions of Science of Elementary Teachers », *Science Education*, vol. 82, 1998, p. 553-568.

SPURLIN, Quincy, « Making Science Comprehensible for Language Minority Students », *Journal of Science Teacher Education*, vol. 6, nº 2, 1995, p. 71-78.

THOMAS, Gregory P., « Toward Effective Computer Use in High School Science Education: Where to from Here ? », *Education and Information Technologies,* vol. 6, nº 1, 2001, p. 29-41.

THOUIN, Marcel, *La didactique des sciences de la nature au primaire,* Québec, Les Éditions MultiMondes, 1997.

UNIVERSITÉ D'OTTAWA, *L'annuaire du programme de formation à l'enseignement*, Ottawa, Université d'Ottawa, 2003.

UNGERLEIDER, Charles S., et Tracey C. BURNS, *Les technologies de l'information et des communications dans l'enseignement primaire et secondaire : une étude approfondie,* communication présentée au Pan-Canadian Education Research Agenda Symposium on Information Technology and Learning, Montréal, du 30 avril au 2 mai 2002.

WATSON, Deryn M., « Pedagogy before Technology: Re-Thinking the Relationship between ICT and Teaching », *Education and Information Technologies,* vol. 6, nº 4, 2001, p. 251-266.

WELLER, Herman, « Assessing the Impact of Computer-Based Learning in Science », *Journal of Research on Computing in Education*, vol. 28, nº 4, 1996, p. 461-485.